

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-310865

(43) 公開日 平成11年(1999)11月9日

(51) Int.Cl.⁹

識別記号

P I

C 2 3 C 8/22

C 2 3 C 8/22

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平11-45110

(22) 出願日 平成11年(1999)2月23日

(31) 優先権主張番号 特願平10-42582

(32) 優先日 平10(1998)2月24日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 599025027

株式会社 長岡熱錬

新潟県長岡市緑町1丁目38番312

(72) 発明者 酒澤 紀生

新潟県長岡市緑町1丁目38番312 株式会

社長岡熱錬内

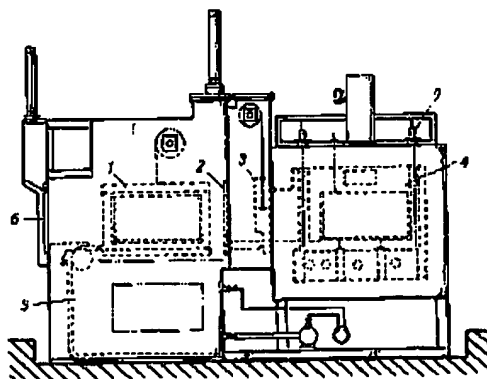
(74) 代理人 弁理士 吉井 剛 (外1名)

(54) 【発明の名称】 浸炭方法

(57) 【要約】

【課題】 浸炭処理時間を大幅に短縮できると共に飛躍的に高い硬度を得ることができる画期的な浸炭方法を提供するものである。

【解決手段】 鉄元素を含む金属に炭素を浸炭させる浸炭方法であって、加熱された鉄元素を含む金属を炭素以外の還元性を有するガス雰囲気中におき、その後、公知の浸炭処理を行うものである。



(2)

特開平11-310865

1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 鉄元素を含む金属に炭素を浸炭させる浸炭方法であって、加熱された鉄元素を含む金属を炭素以外の還元性を有するガス雰囲気中におき、その後、公知の浸炭処理を行うことを特徴とする浸炭方法。

【請求項2】 鉄元素を含む金属に炭素を浸炭させる浸炭方法であって、加熱された鉄元素を含む金属を窒素ガスとアンモニアガスと硫化水素との混合ガス雰囲気中におき、その後、公知の浸炭処理を行うことを特徴とする浸炭方法。

【請求項3】 請求項2記載の浸炭方法において、混合ガスの割合を、窒素ガスは45～60%、アンモニアガスは35～50%、硫化水素は1～5%に設定したことを特徴とする浸炭方法。

【請求項4】 請求項1～3いずれか1項に記載の浸炭方法において、公知の浸炭処理時の雰囲気温度を860℃以下に設定したことを特徴とする浸炭方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、鉄元素を含む金属の熱処理に係るもので、浸炭処理時間を短縮できると共に飛躍的に高い硬度を得ることができる浸炭方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】従来の鋼などの鉄元素を含む金属の浸炭方法には、木炭などから発生する炭素ガスを反応させる固体浸炭法やシアン化ナトリウムを含む塩浴を利用した液体浸炭法、更には、有機系アルコール類などを直接浸炭炉内に滴注するガス浸炭法、或いは、変成炉を用いて鎖状炭化水素ガスより遊離させた炭素を鉄元素を含むワークの表面に反応させるガス浸炭法、又は、真空炉内に直接鎖状炭化水素ガスを注入する真空浸炭法と呼ばれる浸炭方法がある。

【0003】これらの浸炭方法は、その方法において夫々特徴を有しているが、基本的には、遊離炭素を鉄元素を含むワークの表面から該ワーク内部へ向かって鉄-炭素の化合物を形成させるものであり、この鉄-炭素の化合物の形成によりワークの表面の硬さを最大でHV900程度に高めることができる。

【0004】しかし、これらの浸炭方法は、いずれも浸炭速度が遅いという欠点を有している。

【0005】本発明は、上記問題点に鑑みてなされたもので、繰り返した実験の結果、加熱した鉄元素を含む金属を炭素以外の還元性を有するガス雰囲気中においた後に浸炭処理を行うことにより浸炭処理時間を大幅に短縮できると共に飛躍的に高い硬度を得ることができることを発見して完成された画期的な浸炭方法を提供するものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】添付図面を参照して本発

明の要旨を説明する。

【0007】鉄元素を含む金属に炭素を浸炭させる浸炭方法であって、加熱された鉄元素を含む金属を炭素以外の還元性を有するガス雰囲気中におき、その後、公知の浸炭処理を行うことを特徴とする浸炭方法に係るものである。

【0008】また、鉄元素を含む金属に炭素を浸炭させる浸炭方法であって、加熱された鉄元素を含む金属を窒素ガスとアンモニアガスと硫化水素との混合ガス雰囲気中におき、その後、公知の浸炭処理を行うことを特徴とする浸炭方法に係るものである。

【0009】また、請求項2記載の浸炭方法において、混合ガスの割合を、窒素ガスは45～60%、アンモニアガスは35～50%、硫化水素は1～5%に設定したことを特徴とする浸炭方法に係るものである。

【0010】また、請求項1～3いずれか1項に記載の浸炭方法において、公知の浸炭処理時の雰囲気温度を860℃以下に設定したことを特徴とする浸炭方法に係るものである。

【0011】

【発明の作用及び効果】本発明は繰り返した実験により得られた作用効果を請求項としてまとめたものである。

【0012】加熱された鉄元素を含む金属を、例えば窒素ガスと硫化水素ガスとアンモニアガスとの混合ガスのような還元性を有するガス雰囲気中におくと、鉄元素を含む金属に硫黄や窒素などの炭素以外の非金属系の異元素が反応し、化合物層が形成される。

【0013】その後、この鉄元素を含む金属に公知の浸炭処理を行うと、前記鉄元素を含む金属に化合していた異元素が炭素と鉄との親和力を増して浸炭作用を活性化させ、浸炭処理時間が大幅に短縮されると共に得られる鉄元素を含む金属の表面の硬度が飛躍的に向上する。

【0014】また、硫黄快削鋼（SUM材）などのように、その材質のもつ化学組成の特徴が炭素との化合を阻害して浸炭が困難であった鉄元素を含む金属にも浸炭が容易となり、硬度や耐磨耗性などを高めることができる。

【0015】また、従来の浸炭方法は900～1000℃の高温で実施されていたが、本発明によれば、浸炭が容易となるために従来よりかなり低温域の850℃前後で十分に浸炭を行うことが可能であり、浸炭処理時におけるワークの変形（載置状態のワークの自重による熱だれや歪み）を著しく低減させることができる。

【0016】また、前記鉄元素を含む金属に化合物層の形成する処理と浸炭処理とは、連続した工程として行っても、また、連続した工程として行わなくても、同様の作用効果を得ることができる。

【0017】本発明は上述のようにするから、浸炭処理時間を大幅に短縮できると共に飛躍的に高い硬度を得ることもでき、また、従来、浸炭が困難であった鉄元素を

(3)

特開平11-310865

3

含む金属にも浸炭を行うことができ、浸炭処理時におけるワークの変形も著しく低減することができる画期的な浸炭方法となる。

【0018】

【実施例】図面は本発明の一実施例を図示したものであり、以下に説明する。

【0019】図1はガス浸炭法において使用されるガス浸炭炉の一例を図示したもので、鉄元素(Fe)を含むワークを導入する前室1と、この前室1に扉2・3を介して隣接された加熱室4と、前記前室1の下方に設けら

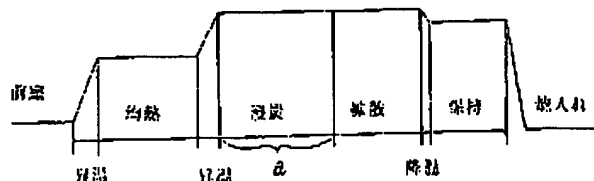
4

*れた冷却室5とから成るものである。図中、符号6は入口扉、符号7は発熱体である。

【0020】ワークを前室1に導入した後、扉2・3を開けて該ワークを発熱体7によって加熱されている加熱室4に導入し、この加熱室4でワークに浸炭処理を行う。

【0021】一般的な浸炭処理におけるヒートサイクルを下記表1に示す。尚、請求項でいう「公知の浸炭処理」とは表1中のaを意味するものである。

【表1】



以下、本実施例における浸炭方法について詳述する。

【0022】加熱室4に導入されたワークに、先ず、均熱工程(予熱工程)を行う。尚、ワーク自体を加熱しておいても良い。

【0023】この均熱工程においては、加熱室4には窒素ガス(N_2)、硫化水素ガス(H_2S)、及びアンモニアガス(NH_3)から成る混合ガスが注入され、該加熱室4の雰囲気温度により、前記混合ガスから非金属系の異元素として窒素及び硫黄が遊離され、この遊離された窒素及び硫黄がワークの鉄と化合する。均熱工程を終了した後、浸炭工程を行う。

【0024】この浸炭工程においては、加熱室4には前記混合ガスに代わって浸炭ガスを適量注入する。この浸炭ガスとしては鋼炭状化水素ガス若しくは有機系アルコールガスを使用する。

【0025】この浸炭工程において、ワークには、加熱室4の雰囲気温度により浸炭ガスから遊離した炭素が化合されていくことになるが、該ワークには予め窒素及び硫黄が化合されており、該窒素及び硫黄が炭素の浸炭作用を活性化させるため、浸炭が極めて良好に行われる。

【0026】浸炭工程を終了した後、従来は実施されていたワークの冷却工程及び保持工程を省略し、そのまま焼入れ工程を行う。

【0027】この焼入れ工程は、扉2・3を開けて加熱室4内のワークを前室1に一旦導入し、続いて、該ワークを冷却室5へ導入して焼入油により冷却することで行う。また、焼入れ工程が終了したら、ワークを再び前室1を経由して入口扉6から取り出す。

【0028】従来の浸炭方法では浸炭工程の温度が高い(900℃以上)のため、冷却工程又は保持工程において適当な温度(一般的に850℃前後)まで降温し、その後、焼入れ工程を行っているが、本実施例に係る浸炭方法においては、浸炭温度そのものを850℃前後で行うことができるため、前記冷却工程及び保持工程を省略

して直ちに焼入れ工程に進むことが可能となり、浸炭作業が容易となり、しかも、浸炭作業時間を短縮することができる。

20 【0029】また、各工程における雰囲気温度や混合ガス成分や浸炭ガスの濃度は、浸炭するワークの素材(材質)によって適宜設定する。

【0030】本実施例は上述のようにするから、浸炭工程前の鉄元素を含むワークに遊離した窒素及び硫黄を予め化合させることにより、該窒素及び硫黄が浸炭作用を活性化させて浸炭を容易に行うことができ、浸炭工程時間を大幅に短縮したり、浸炭濃度を高めてワークの硬度を飛躍的に高めたり、従来浸炭が不十分であった硫黄快削鋼のような鉄元素を含む金属にも浸炭が容易に行えたり、浸炭工程雰囲気温度を従来より低温域の850℃前後に設定してワークの歪みや目直による熱だれなどの変形を著しく低減させたりすることができる極めて実用性に秀れた画期的な鉄元素を含む金属の浸炭方法となる。

【0031】また、従来の浸炭方法において行われている均熱工程において、ワークに遊離した窒素及び硫黄を化合させることができるから、既存の浸炭装置を殆ど改造することなく簡単に本実施例の浸炭方法を採用することができ、実用性、改造コスト安に秀れた鉄元素を含む金属の浸炭方法となる。

40 【0032】以下に本実施例の作用効果を裏付ける実験例を示す。尚、試験サンプルに行った浸炭方法は本実施例に相当する浸炭方法を採用した。

【0033】<実験例1>各工程における雰囲気ガス条件、温度条件、保持時間は下記のとおりである。

【0034】

均熱工程 : 混合ガス雰囲気下で650℃、90分

浸炭工程 : 浸炭ガス雰囲気下で840℃、30分

焼入れ工程 : 焼入油中で80℃、20分

混合ガスとしては、窒素ガス=52%、硫化水素ガス=3%、アンモニアガス=45%のものを使用した。ま

(4)

特開平11-310865

5

6

た。浸炭ガスとしては、有機系アルコールガスとしてメタノールガスを使用した（遊離炭素濃度＝0.8％前後）。

【0035】試験サンプルとしては、①SCM415材（クロムモリブデン鋼：JIS G4105）、②SPCC材（JIS G 3141）、③SUM21材（硫黄快削鋼：JIS G 4804）を使用した。

【0036】浸炭後のワークの状態は硬度及び深さの割＊

サンプル	実 験 例		比 較 例	
	硬 さ (0.1kg荷重)	深 さ (mm)	硬 さ (0.1kg荷重)	深 さ (mm)
①	1033	0.25	818	0.05
②	988	0.20	724	0.02
③	974	0.20	696	0.01

<実験例2>各工程における雰囲気ガス条件、温度条件、保持時間は下記のとおりである。

【0038】

均熱工程：混合ガス雰囲気下で550℃、60分

浸炭工程：浸炭ガス雰囲気下で860℃、30分

焼入れ工程：焼入れ油中で80℃、20分

混合ガスとしては、窒素ガス＝52％、硫化水素ガス＝

3％、アンモニアガス＝45％のものを使用した。ま ※

＊定により判定した。この硬度の測定はJIS Z 2244に準ずる方法により、（株）明石製作所製の試験機を使用し、JIS G 0557の規定する有効負荷層深さ（Hv550）の位置までの距離で判定した。

【0037】下記表2に実験結果を示す。尚、比較例では、混合ガスの代わりに窒素ガスを使用した。

【表2】

※た。浸炭ガスとしては、有機系アルコールガスとしてメタノールを使用した（遊離炭素濃度＝0.8％前後）。

【0039】試験サンプルとしては、前記実験例1と同じものを使用した。

【0040】下記表3に実験結果を示す。尚、その他の条件は実験例1に準じた。

【表3】

サンプル	実 験 例		比 較 例	
	硬 さ (0.1kg荷重)	深 さ (mm)	硬 さ (0.1kg荷重)	深 さ (mm)
①	1132	0.06	835	0.05
②	1033	0.05	748	0.02
③	1081	0.05	724	0.02

以下、実験結果をまとめる。

【0041】1 ワークの硬度及び浸炭深さから推測すると、実験例1、2の浸炭方法では、比較例に比して短時間の浸炭により、比較例と同じ硬度及び深さの特性を有するワークを得られることが予想され、必然的に短時間で浸炭を行えるものと推測される。従って、比較例と同じ時間浸炭工程を行えば浸炭濃度が高くなり、よって、硬度及び耐摩耗性の高い製品を製造し得ることにな

る。

【0042】2 硫黄快削鋼のように、比較例（従来法）では浸炭にムラが生じたり或いは高い硬度が得られなかった鉄元素を含む金属に対しても良好に浸炭を行うことができ、硬度の高い品質の秀れた製品を製造できることになる。

【0043】3 また、浸炭後の変形及び歪みを調査したところでは、実験例は比較例に比して変形及び歪みが

(5)

特開平11-310865

7

8

極めて少なかった。

【0044】これらの効果は、浸炭工程前にワークに窒素及び硫黄が反応するために得られる効果である。また、浸炭作用の活性化の詳細なプロセスは明確ではないが、遊離した硫黄が特に浸炭作用の活性化を行い、遊離した窒素が硫黄の作用を補助しているのではないかと推測される。

【0045】一般に、鉄元素を含む金属にはケイ素（Si）、クロム（Cr）、マンガン（Mn）などの元素が含まれているが、これらの元素は酸化性元素で、通常の浸炭雰囲気中ではワークに内部酸化層を形成する。

【0046】従って、比較例のような浸炭雰囲気では、ワークに含まれているケイ素、クロム、マンガンなどの酸素親和力の強い元素は、浸炭層のかなり内部にまで酸化層を形成することになり、ワークの浸炭能力を弱めることとなる。

【0047】一方、実験例1、2では硫化水素ガスより生じる硫黄（S）が還元性元素であるから、この硫黄の働きにより、前記酸素親和力の強い元素の酸化性を弱め*

*でFeSを形成すると同時に、アンモニアガスの働きでFe₃Nが形成され、鉄と炭素の親和力を強めることができる、即ち、ワークの表面に形成されるFeSやFe₃Nの化合物層によって良好な浸炭が行えるものと推察される。

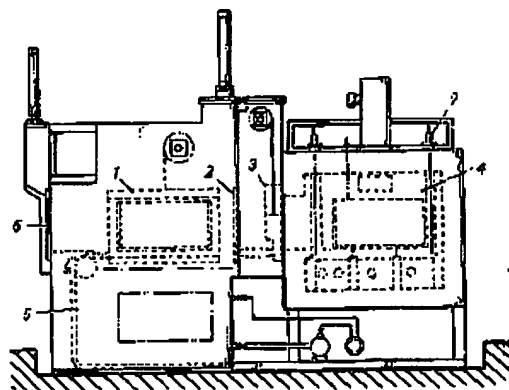
【0048】また、雰囲気ガス条件や温度条件や保持時間の設定によっては、硬さを最大Hv1200にも高めることができた。

【0049】尚、本実施例では、前記一般的な浸炭処理における均熱工程においてワークにFeSやFe₃Nの化合物層を形成し、この均熱工程（化合物層の形成）に続いて直ちに浸炭処理を行う方法を示したが、例えば、ワークの前処理として本実施例と同様の雰囲気ガス条件、温度条件、保持時間により該ワークにFeSやFe₃Nの化合物層を形成し、一旦熱処理を終了した後、再び該ワークを加熱して前記一般的な浸炭処理等を行っても同様である。

【図面の簡単な説明】

【図1】ガス浸炭炉の一例を示す説明側断面図である。

【図1】



* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The carburization approach characterized by performing well-known carburization processing after that among the gas ambient atmosphere which has reducibility other than carbon for the metal containing the iron element which is the carburization approach of making the metal containing an iron element carburizing carbon, and was heated.

[Claim 2] The carburization approach characterized by performing well-known carburization processing for the metal containing the iron element which is the carburization approach of making the metal containing an iron element carburizing carbon, and was heated after that among the mixed-gas ambient atmosphere of nitrogen gas, ammonia gas, and a hydrogen sulfide.

[Claim 3] Nitrogen gas is the carburization approach characterized by having set up ammonia gas and a hydrogen sulfide setting up the rate of mixed gas to 1 - 5% 35 to 50% 45 to 60% in the carburization approach according to claim 2.

[Claim 4] The carburization approach characterized by setting the ambient temperature at the time of well-known carburization processing as 860 degrees C or less in the carburization approach given in claim 1 - 3 any 1 terms.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to heat treatment of the metal containing an iron element, and it relates to the carburization approach that a high degree of hardness can be obtained by leaps and bounds while it can shorten the carburization processing time.

[0002]

[Description of the Prior Art] In the carburization approach of the metal containing iron elements, such as the conventional steel liquid carburizing using the salt bath containing pack carburizing to which the carbon gas which occurs from charcoal etc. is made to react, or a sodium cyanide -- further gas carburizing which carries out instillation of the organic system alcohols etc. into a direct carburization furnace -- or There is the carburization approach called gas carburizing which makes the carbon separated from chain-like hydrocarbon gas using the conversion furnace react to the front face of the work piece containing an iron element, or the vacuum cementation process which pours in direct chain-like hydrocarbon gas into a vacuum furnace.

[0003] Although these carburization approaches have the description in that approach, respectively, they can make the compound of iron-carbon able to form toward this interior of a work piece fundamentally from the front face of the work piece which contains an iron element for free carbon, and can raise the hardness of the front face of a work piece to about 900 Hv at the maximum by formation of the compound of this iron-carbon.

[0004] However, each of these carburization approaches has the fault that a carburization rate is slow.

[0005] This invention offers the epoch-making carburization approach completed by discovering that a high degree of hardness can be obtained by leaps and bounds while being able to shorten the carburization processing time substantially by performing carburization processing after setting the metal which contains the heated iron element as a result of the experiment which it was made in view of the above-mentioned trouble, and was repeated in the gas ambient atmosphere which has reducibility other than carbon.

[0006]

[Means for Solving the Problem] The summary of this invention is explained with reference to an accompanying drawing.

[0007] It is the carburization approach of making the metal containing an iron element carburizing carbon, and the carburization approach characterized by performing well-known carburization processing after that among the gas ambient atmosphere which has reducibility other than carbon for the metal containing the heated iron element is started.

[0008] Moreover, it is the carburization approach of making the metal containing an iron element carburizing carbon, and the carburization approach characterized by performing well-known carburization processing for the metal containing the heated iron element after that among the mixed-gas ambient atmosphere of nitrogen gas, ammonia gas, and a hydrogen sulfide is started.

[0009] Moreover, in the carburization approach according to claim 2, nitrogen gas starts the carburization approach characterized by having set up ammonia gas and a hydrogen sulfide setting up the rate of mixed gas to 1 - 5% 35 to 50% 45 to 60%.

[0010] Moreover, in the carburization approach given in claim 1 - 3 any 1 terms, the carburization

approach characterized by setting the ambient temperature at the time of well-known carburization processing as 860 degrees C or less is started.

[0011]

[Function and Effect of the Invention] This invention summarizes the operation effectiveness acquired by the repeated experiment as a claim.

[0012] Also into the gas ambient atmosphere which has reducibility like the mixed gas of nitrogen gas, hydrogen-sulfide gas, and ammonia gas for the metal containing the heated iron element, the different element of nonmetal systems other than carbon, such as sulfur and nitrogen, reacts to the metal containing an iron element, and a compound layer is formed.

[0013] Then, if well-known carburization processing is performed to the metal containing this iron element, the different element which had combined to the metal containing said iron element will increase the affinity of carbon and iron, a carburization operation will be activated, and the degree of hardness of the front face of the metal containing the iron element obtained while the carburization processing time is shortened substantially will improve by leaps and bounds.

[0014] Moreover, carburization becomes easy and a degree of hardness, abrasion resistance, etc. can be raised also to the metal with which the description of the chemical composition which the construction material has checks combination with carbon, and carburization contains the difficult iron element like a sulfur free cutting steel (SUM material).

[0015] Moreover, although the conventional carburization approach was enforced at the 900-1000-degree C elevated temperature, according to this invention, deformation (heat who and distortion by the self-weight of the work piece of an installation condition) of the work piece [since carburization becomes easy, it is quite more possible than before to fully perform carburization before and behind 850 degrees C of a low temperature range, and] at the time of carburization processing can be reduced remarkably.

[0016] Moreover, whether it carries out as a continuous process or does not perform processing which a compound layer forms in the metal containing said iron element, and carburization processing as a continuous process, they can acquire the same operation effectiveness.

[0017] Since it is made for this invention to be a ****, it can also obtain a high degree of hardness by leaps and bounds while it can shorten the carburization processing time substantially, and it can perform carburization also to the metal with which carburization contains the difficult iron element conventionally, and serves as the epoch-making carburization approach that deformation of the work piece at the time of carburization processing can also be reduced remarkably.

[0018]

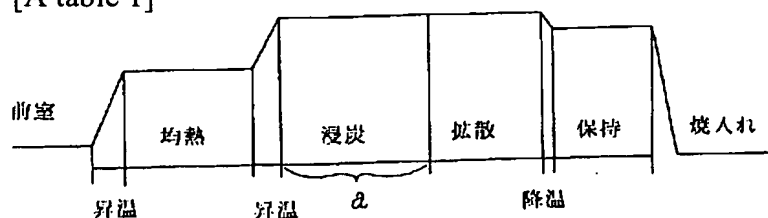
[Example] A drawing illustrates one example of this invention and explains it below.

[0019] Drawing 1 is a thing illustrating an example of the gas carburizing furnace used in gas carburizing, and consists of the plenum chamber 1 which introduces the work piece containing an iron element (Fe), the heat chamber 4 which adjoined this plenum chamber 1 through a door 2 and 3, and the cooling room 5 in which said plenum chamber 1 was formed caudad. An inlet-port door and the sign 7 of a sign 6 are heating elements among drawing.

[0020] After introducing a work piece into a plenum chamber 1, a door 2-3 is opened, this work piece is introduced into the heat chamber 4 currently heated with the heating element 7, and carburization processing is performed to a work piece by this heat chamber 4.

[0021] The thermo cycle in general carburization processing is shown in the following table 1. In addition, "well-known carburization processing" as used in the field of a claim means a in a table 1.

[A table 1]



Hereafter, the carburization approach in this example is explained in full detail.

[0022] A soak process (beforehand a heat process degree) is first performed to the work piece

introduced into the heat chamber 4. In addition, the work piece itself may be heated.

[0023] In this soak process, nitrogen gas (N₂), hydrogen-sulfide gas (H₂S), and the mixed gas that consists of ammonia gas (NH₃) are poured into a heat chamber 4, by the ambient temperature of this heat chamber 4, nitrogen and sulfur are isolated from said mixed gas as a different element of a nonmetal system, and this nitrogen and sulfur that separated combine with the iron of a work piece. A carburization process is performed after ending a soak process.

[0024] In this carburization process, optimum dose impregnation of the carburization gas is carried out instead of said mixed gas at a heat chamber 4. As this carburization gas, chain-like hydrocarbon gas or organic system alcoholic gas is used.

[0025] In this carburization process, although the carbon isolated from carburization gas by the ambient temperature of a heat chamber 4 will combine to the work piece, to this work piece, nitrogen and sulfur have combined beforehand, and in order for this nitrogen and sulfur to activate a carburization operation of carbon, carburization is performed very good.

[0026] After ending a carburization process, conventionally, the diffusion process and maintenance process of a work piece which were carried out are skipped, and a hardening process is performed as it is.

[0027] This hardening process is performed by opening a door 2-3, and once introducing the work piece in a heat chamber 4 into a plenum chamber 1, then introducing this work piece to a cooling room 5, and cooling with quenching oil. Moreover, if a hardening process is completed, a work piece will be again taken out from the inlet-port door 6 via a plenum chamber 1.

[0028] Although the temperature is lowered to suitable temperature (generally before or after 850 degrees C) in a diffusion process or a maintenance process and the hardening process is performed after that by the conventional carburization approach since the temperature of a carburization process is high (900 degrees C or more) In the carburization approach concerning this example, since the carburization temperature itself can be performed around 850 degrees C, it becomes possible to skip said diffusion process and a maintenance process, and to progress to a hardening process promptly, carburization becomes easy, and, moreover, carburization working hours can be shortened.

[0029] Moreover, the concentration of the ambient temperature and the mixed-gas component in each process, or carburization gas is suitably set up with the raw material (construction material) of the work piece to carburize.

[0030] This example by combining beforehand the nitrogen and sulfur which separated to the work piece containing the iron element in front of a carburization process, since it is made to be a **** This nitrogen and sulfur can activate a carburization operation, and can perform carburization easily. Carburization process time amount is shortened substantially, or carburization concentration is raised. Raise the degree of hardness of a work piece by leaps and bounds, or Can perform carburization also to the metal containing an iron element like the sulfur free cutting steel whose carburization was conventionally inadequate easily, or the heat set up carburization process ambient temperature before and after 850 degrees C of a low temperature range conventionally, and according to distortion and a self-weight of a work piece -- it becomes the carburization approach of the metal containing the epoch-making iron element which can reduce whose deformation remarkably and which exceeded in practicability extremely.

[0031] Moreover, in the soak process currently performed in the conventional carburization approach, since the nitrogen and sulfur which separated to the work piece can be combined, the carburization approach of this example can be adopted easily, without converting most existing carburization equipments, and it becomes the carburization approach of the metal containing practicability and the iron element which exceeded in modification cost **.

[0032] The example of an experiment which supports the operation effectiveness of this example is shown below. In addition, the carburization approach performed to the test sample adopted the carburization approach equivalent to this example.

[0033] The controlled atmosphere conditions in <example 1 of experiment> each process, temperature conditions, and the holding time are as follows. [0034]

Soak process : They are 650 degrees C and a 90-minute carburization process under a mixed-gas ambient atmosphere. : As 80 degrees C and 20-minute mixed gas, the thing (nitrogen gas =52%, hydrogen-sulfide gas =3%, and ammonia gas =45%) was used in 840 degrees C and 30-minute

hardening process:quenching oil under the carburization gas ambient atmosphere. Moreover, as carburization gas, methanol gas was used as organic system alcoholic gas (free carbon concentration = before or after 0.8%).

[0035] As a test sample, **SCM415 material (chromium-molybdenum steel: JIS G4105), **SPCC material (JIS G 3141), and **SUM21 material (sulfur free cutting steel: JIS G 4804) were used.

[0036] The condition of the work piece after carburization was judged by measurement of a degree of hardness and the depth. Measurement of this degree of hardness is JIS. Z The Akashi Factory testing machine is used by the approach according to 2244, and it is JIS. G It judged in the distance to the location of the effective effectiveness layer depth (Hv550) which 0557 specifies.

[0037] An experimental result is shown in the following table 2. In addition, in the example of a comparison, nitrogen gas was used instead of mixed gas.

[A table 2]

サンプル	実 験 例		比 較 例	
	硬 さ (0.1kg荷重)	深 さ (mm)	硬 さ (0.1kg荷重)	深 さ (mm)
①	1 0 3 3	0 . 2 5	8 1 3	0 . 0 5
②	9 8 8	0 . 2 0	7 2 4	0 . 0 2
③	9 7 4	0 . 2 0	6 9 8	0 . 0 1

The controlled atmosphere conditions in <example 2 of experiment> each process, temperature conditions, and the holding time are as follows. [0038]

Soak process : They are 550 degrees C and a 60-minute carburization process under a mixed-gas ambient atmosphere. : As 80 degrees C and 20-minute mixed gas, the thing (nitrogen gas =52%, hydrogen-sulfide gas =3%, and ammonia gas =45%) was used in 860 degrees C and 30-minute hardening process:quenching oil under the carburization gas ambient atmosphere. Moreover, as carburization gas, the methanol was used as organic system alcoholic gas (free carbon concentration = before or after 0.8%).

[0039] As a test sample, the same thing as said example 1 of an experiment was used.

[0040] An experimental result is shown in the following table 3. In addition, other conditions applied to the example 1 of an experiment correspondingly.

[A table 3]

サンプル	実 験 例		比 較 例	
	硬 さ (0.1kg荷重)	深 さ (mm)	硬 さ (0.1kg荷重)	深 さ (mm)
①	1 1 3 2	0 . 0 6	8 3 5	0 . 0 5
②	1 0 3 3	0 . 0 5	7 4 3	0 . 0 2
③	1 0 8 1	0 . 0 5	7 2 4	0 . 0 2

Hereafter, an experimental result is summarized.

[0041] 1 If it guesses from the degree of hardness and the carburization depth of a work piece, by the carburization approach of the examples 1 and 2 of an experiment, it will be expected that the work piece which has the property of the same degree of hardness as the example of a comparison and the depth can be obtained by short-time carburization as compared with the example of a comparison, and what can perform carburization inevitably in a short time will be conjectured. If the same time amount carburization process as the example of a comparison is performed, carburization concentration becomes high and, therefore, a degree of hardness and a wear-resistant high product can be manufactured.

[0042] 2 Like a sulfur free cutting steel, in the example of a comparison (conventional method), nonuniformity can arise in carburization, or carburization can be performed good also to the metal containing the iron element with which a high degree of hardness was not obtained, and the product with which quality with a high degree of hardness exceeded can be manufactured.

[0043] 3 Moreover, when the deformation and distortion after carburization were investigated, the example of an experiment had very little deformation and distortion as compared with the example of a comparison.

[0044] Such effectiveness is effectiveness acquired in order that nitrogen and sulfur may react to a work piece in front of a carburization process. Moreover, although the detailed process of activation of a carburization operation is not clear, especially the sulfur that separated activates a carburization operation and the nitrogen which separated is conjectured whether to have assisted the operation of sulfur.

[0045] Although elements, such as silicon (Si), chromium (Cr), and manganese (Mn), are generally contained in the metal containing an iron element, these elements are oxidizing quality elements and form an internal oxidation layer in a work piece in the usual carburization ambient atmosphere.

[0046] Therefore, in a carburization ambient atmosphere like the example of a comparison, the element with strong oxygen affinities, such as silicon contained in the work piece, chromium, and manganese, will form an oxidizing zone even in the interior of remarkable of a carburization layer, and will weaken the carburization capacity of a work piece.

[0047] Since the sulfur (S) produced from hydrogen-sulfide gas in the examples 1 and 2 of an experiment is a reducibility element, on the other hand, by work of this sulfur At the same time it weakens the oxidizing quality of an element with said strong oxygen affinity and forms FeS Fe₃N is formed by work of ammonia gas, and the affinity of iron and carbon can be strengthened, namely, it is imagined as what can perform good carburization by the compound layer of FeS or Fe₃N formed on the surface of a work piece.

[0048] moreover, setting out of controlled atmosphere conditions, temperature conditions, or the holding time -- hardness -- a maximum of -- it was able to raise also to Hv1200.

[0049] In addition, although this example showed how to form the compound layer of FeS or Fe₃N in a work piece in the soak process in said general carburization processing, and to perform carburization processing promptly following this soak process (formation of a compound layer) For example, once forming the compound layer of FeS or Fe₃N in this work piece by the controlled atmosphere conditions same as pretreatment of a work piece as this example, temperature conditions, and the holding time and ending heat treatment, it is the same, even if it heats this work piece again and performs said general carburization processing etc.

[Translation done.]

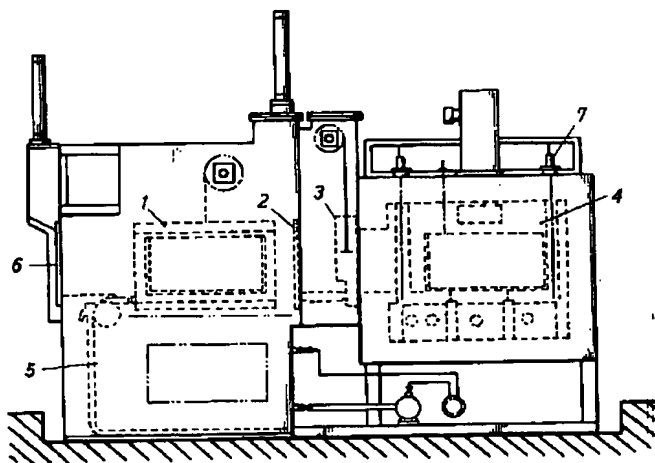
* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

[Drawing 1]



[Translation done.]